

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЭВОЛЮЦИЮ СТРУКТУРЫ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ

Садикова Э.И.*

*Руководитель – м.н.с., кандидат технических наук, Закирова А.А.***

* Уфимский государственный авиационный технический университет

** Институт проблем сверхпластичности металлов

Российской академии наук

karabaka02@mail.ru

Введение. Создание УМЗ ($D_3 < 10$ мкм) структуры в металлах и сплавах оказалось одним из эффективных путей повышения прочности и эксплуатационных характеристик конструкционных материалов [1]. Так, для термонеупрочняемых коррозионностойких сталей такой способ упрочнения открывает перспективы их использования в высоконагруженных конструкциях [2]. УМЗ состояния в объемных заготовках получают преимущественно методами ИПД: всесторонней изотермической ковкой (ВИК), равноканальным угловым прессованием (РКУП), КГД и др. [1, 3]. При этом только КГД позволяет накапливать наибольшие деформации, достигая предельное высокопрочное состояние материала. Ранее было изучено формирование регламентированных структур с измельченным зерном в коррозионностойких сталях методами ВИК, РКУП и путем использования деформационного мартенситного превращения [2, 4]. В настоящей работе исследовано структурообразование в аустенитной нержавеющей стали в процессе КГД.

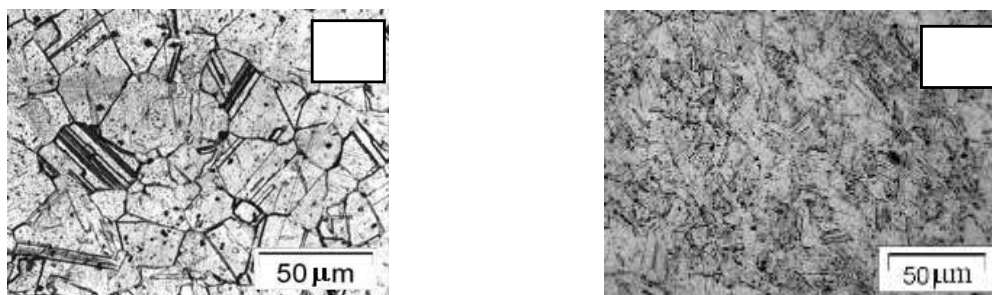


Рис 1 Микроструктура стали 12X18H10Т:

а) – в состоянии поставки, б) – после горячей прокатки

Материал и методика. Материал исследования - сталь 12X18H10Т стандартного химического состава. В исходном состоянии сталь имела крупнозернистую структуру (~50 мкм) (рис. 1 а), для предварительного измельчения зерен до 10 мкм (рис. 1 б) прутки были подвержены горячей прокатке (рис. 2 а). Заготовки перед КГД - диски диаметром 20 мм и толщиной 2 мм деформировали при комнатной и повышенной температурах (20°C и 400°C) по схеме, приведенной на рис. 2 б. Давление P составляло 6 ГПа, количество оборотов $n=5$.

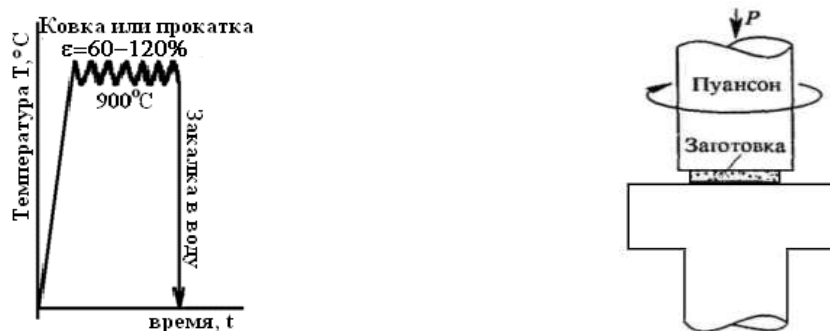


Рис.2 Принципиальная схема пластической деформации:
а) предварительная обработка; б) КГД

При расчете степени деформации была использована формула:

$$\gamma = 2 \cdot \pi \cdot R \frac{N}{l} \quad (1)$$

где N – число оборотов, l – толщина образца, а R – расстояние от оси образца. Эквивалентная степень деформации согласно критерию Мизеса:

$$\varepsilon_{\text{экв}} = \gamma \cdot \sqrt{3} \quad [1] \quad (2)$$

Результаты исследования и их обсуждение.

Макроструктура протравленных образцов, полученных после КГД при разных температурах, свидетельствует об однородном характере деформации (рис. 3 а) при комнатной температуре и о сильной локализации деформации при повышенной температуре (рис. 3 б).

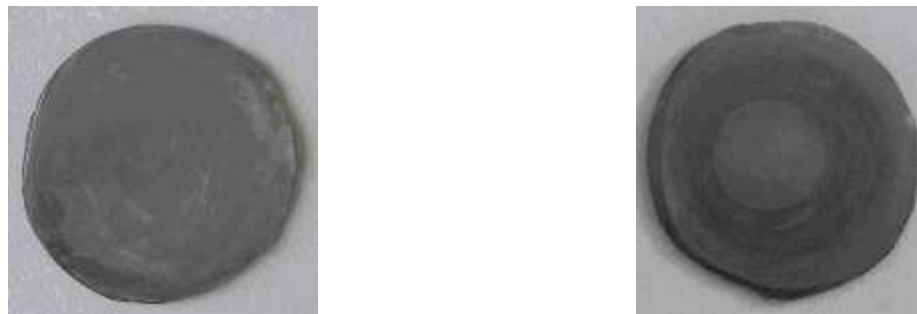


Рис. 3 Макроструктура стали 12Х18Н10Т после КГД:
а) – $T_{\text{деф.}}=20^{\circ}\text{C}$, б) – $T_{\text{деф.}}=400^{\circ}\text{C}$.

Микроструктурные исследования показали, что КГД при обеих температурах деформации привела к сильному уменьшению размеров зерен, поэтому методы оптической микроскопии не позволяют провести точный количественный анализ структуры. Качественная оценка микроструктуры после КГД при комнатной температуре показала, равномерное однородное измельчение зерен в центре и середине радиуса образца (рис. 4 а, б) без признаков локализации деформации. На периферии образца (рис. 4, в) выявлено более интенсивное измельчение структуры и радиальные полосы локализации деформации. При температуре 400°C в образце произошла сильная локализация деформации (рис. 4 г-е): в центре образца не происходит значительного измельчения зерен и образуются грубые радиальные полосы

течения металла (рис. 4 г), в области середины радиуса образца и периферии (рис. 4 д, е) появляются полосы локализации деформации, но они значительно тоньше, а измельчение зерен в этих зонах наиболее интенсивное.

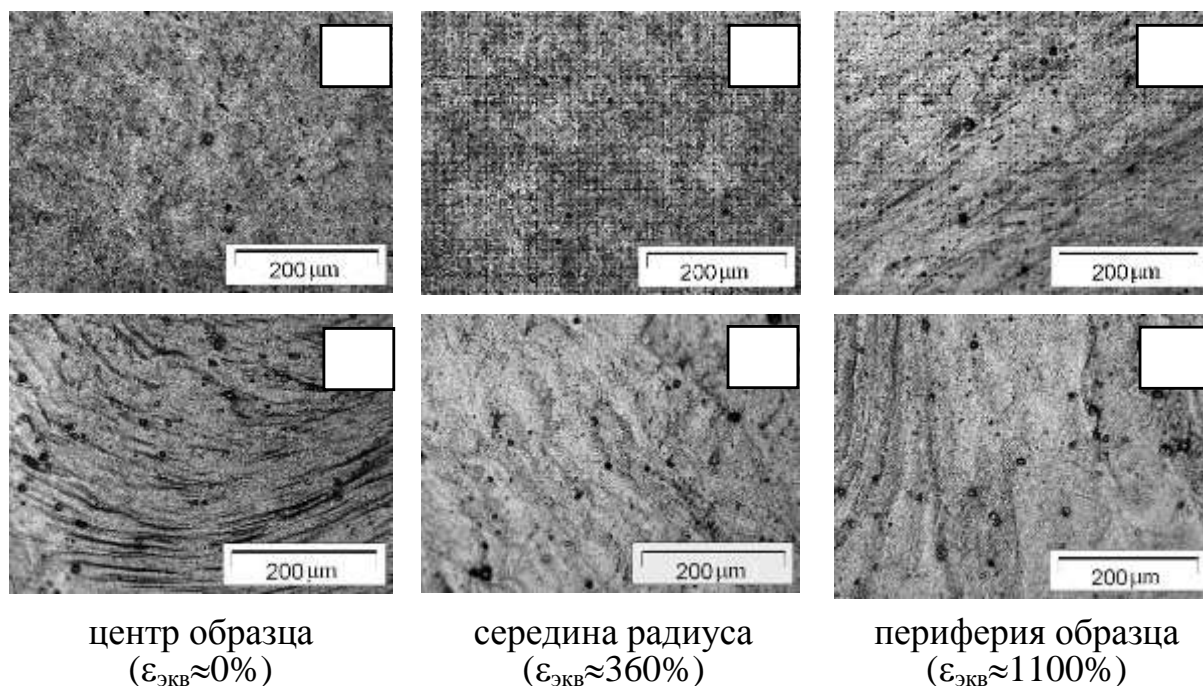


Рис. 4 Микроструктура стали 12Х18Н10Т после КГД:
а)-в) – $T_{\text{деф.}}=20^{\circ}\text{C}$, г)-е) – $T_{\text{деф.}}=400^{\circ}\text{C}$.

Выводы:

- КГД стали 12Х18Н10Т благодаря накоплению большой степени деформации привела к интенсивному измельчению структурных составляющих и формированию в стали УМЗ структуры со средним размером кристаллитов ~50 нм.

- повышенная температура деформации способствует сильной локализации деформации в периферийной зоне образцов, в то время как при комнатной температуре деформация практически однородна.

Библиографический список

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000, 272 с.
2. Салищев, Г. А., Зарипова Р. Г., Закирова А. А. Структура и механические свойства нержавеющей сталей, подвергнутых интенсивной пластической деформации, Металловедение и термическая обработка металлов, 2006, №2 (608), с. 27-32.
3. Валиев Р.З., Эстрин Ю., Хорита З., Лэнгдон Т. Г., Зехетбауэр М. Й., Жу Ю. Т. Получение объемных ультрамелкозернистых материалов методом интенсивной пластической деформации, Нанотехника, 2006, №4, с. 57-65.
4. Закирова А.А., Зарипова Р.Г. Влияние интенсивной пластической деформации методом РКУП на структуру и свойства коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т // Перспективные материалы. Спецвыпуск (7), июнь, 2009, 113-118 стр.